

340100914

Best Available Copy

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

#4  
1c679 U.S. PTO  
10/067335  
02/07/02

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 9月28日

出願番号

Application Number:

特願2001-301512

出願人

Applicant(s):

株式会社日立製作所

U.S. Appln. Filed 2-7-02  
Inventor. N. Kuwamura  
Mattingly Stanger & Malor  
Docket H-1023

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年12月 7日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3106816

【書類名】 特許願

【整理番号】 K01009641A

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 20/18

【発明者】

    【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

    【氏名】 桑村 信博

【特許出願人】

    【識別番号】 000005108

    【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

    【識別番号】 100075096

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 作田 康夫

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 013088

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 記憶装置及びそのエラー訂正方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

記録媒体と、

この記録媒体に記録されたデータを読み出すヘッドと、

このヘッドによって読み出された信号を増幅するアンプと、

このアンプで増幅された読み出し信号からデジタルデータを再生するチャンネルと、

前記ヘッドより複数回読み出して得られた同じバイト位置の複数個のデジタルデータ値を比較する比較器とを備えた記憶装置。

【請求項 2】

記録媒体と、

この記録媒体に記録されたデータを読み出すヘッドと、

このヘッドによって読み出された信号を増幅するアンプと、

このアンプで増幅された読み出し信号からデジタルデータを再生するチャンネルと、

前記ヘッドが複数回読み出し前記チャンネルで再生した複数個のデジタルデータを保存するデータメモリと、

このメモリから取り出した前記複数個のデジタルデータの同じバイト位置の値を比較しエラー位置を判定する消失ポインタを発行する比較器と、

前記チャンネルで再生された少なくとも一つのデジタルデータを保存するバッファメモリと、

このバッファメモリに保存されたデジタルデータからシンδροームを生成するシンδροーム生成器と、

前記消失ポインタから消失位置多項式を生成し、この消失位置多項式と前記シンδροームとから修正エラー位置多項式とエラー値多項式とを生成する復号器と

前記修正エラー位置多項式と前記エラー値多項式とからエラーを算出するエラ

一位置生成器とを備えた記憶装置。

【請求項 3】

記憶装置のエラー訂正方法であって、

記憶媒体に記録されたデータの再生時に同一セクタを複数回読み出し、

得られた複数個のデータを保存し、

この保存された複数個のデータ中の同じ場所に位置するバイトのデータ値を比較し、

この値が異なる位置でデータにエラーが発生したと判断し、

この判断した位置を元にエラーを訂正する記憶装置のエラー訂正方法。

【請求項 4】

前記セクタを 3 回以上読み出し、

各回毎の前記同じ場所に位置するデータの値を比較し、

この値が毎回異なる位置でデータにエラーが発生したと判断し、

この判断した位置を元にエラーを訂正する請求項 3 記載の記憶装置のエラー訂正方法。

【請求項 5】

前記セクタを 3 回以上読み出し、

各回毎の前記同じ場所に位置するデータの値を比較し、

この値が 1 回でも異なる位置でデータにエラーが発生したと判断し、

この判断した位置を元にエラーを訂正する請求項 3 記載の記憶装置のエラー訂正方法。

【請求項 6】

データの再生時に、同一セクタを複数回読み出し、

得られた信号から変換された複数個のデジタルデータを保存しておき、

この保存された複数個のデジタルデータの先頭から同じ場所に位置するデータ同士

の値をバイト毎に比較し、

値が異なるバイト位置でデータにエラーが発生したと判断してエラー情報を記憶する記憶装置のエラー訂正方法。

【請求項 7】

記録媒体に記録されたデータを読み出し、  
 この読み出した信号を増幅し、  
 この増幅した信号からデジタルデータを再生し、  
 複数回読み出した複数個のデジタルデータを保存し、  
 この複数個のデジタルデータの同じバイト位置の値を比較することによりエラー位置を判定し、  
 前記再生された少なくとも一つのデジタルデータを保存し、  
 この保存したデジタルデータからシンδροームを生成し、  
 前記消失ポインタから消失位置多項式を生成し、  
 この消失位置多項式と前記シンδροームとから修正エラー位置多項式とエラー値多項式とを生成し、  
 前記修正エラー位置多項式と前記エラー値多項式とからエラーを算出する記憶装置のエラー訂正方法。

【請求項 8】

前記判断した位置を元にイレージャ訂正を用いてエラーを訂正する請求項 3 乃至 7 の何れか 1 項に記載の記憶装置のエラー訂正方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は磁気ディスク装置において、リードエラーが発生した場合に行われるエラー訂正の方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

磁気ディスク装置の記録密度は年々増加しており、それに従い同サイズの欠陥が媒体上に存在していた場合に発生するエラーは、大きなエラー長として見えるようになってきている。大きなエラーが発生した場合に、そのエラーの検出及び訂正を可能にする簡単な手段は、データに付加するエラー訂正符号を増やすことである。しかしこの方法ではフォーマット効率が低下するため、さらに記録密度を上げなければならないという悪循環に陥ることになる。

## 【0003】

つまり、エラー訂正符号として $(2 \times n)$ バイトのリードソロモン符号を付加してデータをライトした場合、エラー位置特定に $n$ バイトを使用するので、エラー訂正能力は最大 $n$ バイトとなる。よって $(4 \times n)$ バイトのリードソロモン符号を付加してデータをライトすれば最大 $(2 \times n)$ バイトまでのエラーを訂正することが可能となる。しかし、増加した $(2 \times n)$ バイト分データを記録できる容量が減少するために、減少分を補うために記録密度を上げるとそれに伴いエラーの発生も増加してしまい、訂正能力を増加させたメリットが少なくなってしまうのである。

## 【0004】

付加するエラー訂正符号の長さを変えずに訂正能力を向上させるための方法としてイレージャ訂正という方法がある。

## 【0005】

図2にイレージャ訂正を適用した場合のシステム構成を示す。破線に囲まれた部分は一般にHDCの機能として提供される。

## 【0006】

R/Wチャンネル201によって再生されたNRZデータは通常一旦バッファメモリ202に蓄えられる。HDCによってバッファメモリ202から取り出されたNRZデータから、シンδροーム生成器203によってシンδροームが生成される。復号器204は、エラー位置を示す消失ポインタより消失位置多項式 (erasure-locator polynomial) を生成する。

## 【0007】

エラー位置の特定には、R/Wチャンネルが発行するTAフラグやエラーフラグが利用されている。

## 【0008】

TAフラグは、サーマルアスペリティ (=TA) によりエラーの位置を検出するフラグである。TAとは、リードヘッドに磁気抵抗効果(MR)素子を使用している場合に観測される現象であり、MR素子が磁気ディスク上の突起物に接触し摩擦によって素子の温度が上昇した場合にその抵抗が変化するため、本来の信号

成分にその熱による抵抗変化による異常振幅が重畳する現象である。

#### 【 0 0 0 9 】

図 3 に示すように R/W アンプを通して R/W チャンネルに入力されるヘッドからのアナログリード波形 3 0 1 の振幅を監視し、あるスライス 3 0 2 を超える信号振幅を検出した場合にその位置に T A が存在しそこでエラーが発生したと推定することが可能である。

#### 【 0 0 1 0 】

またエラーフラグは、その名の示す通りエラーが発生している可能性がある部分で発行されるフラグで、アナログリード波形から復号した N R Z データが正しいとした場合に期待される R/W チャンネルのデータ再生回路に入力されるべき理想的な信号と、実際に R/W チャンネルに入力された信号の誤差を監視し、この誤差が大きい場合に、その位置でエラーが発生している可能性があることを示すフラグで、R/W チャンネルによって発行される。

#### 【 0 0 1 1 】

このような R/W チャンネルの発行するフラグを用いるイレージャ訂正だけでなく、例えば特開平 6 - 2 0 4 0 3 号公報に示されるように、エラー訂正符号を多重化し多数決回路によりエラー訂正符号中の誤りを許す方法や、特開 2 0 0 0 - 1 0 0 0 8 6 号公報に示されるような、エラー発生位置を仮想的に設定しその位置を変化させてイレージャ訂正を行う方法なども考えられている。

#### 【 0 0 1 2 】

T A 等によりエラー位置を求めたら、次にシンドロームと消失位置多項式から修正エラー位置多項式を生成する。そして修正エラー位置多項式からエラー値多項式  $\omega(x)$  を生成する。最後にルートサーチ及びエラー生成器 2 0 5 はエラー位置を検出するためにエラー位置多項式についてのルートサーチを行い、エラー値多項式と修正エラー位置多項を計算してエラー値を求める。

#### 【 0 0 1 3 】

修正エラー位置多項式は前述のエラー位置多項式に比べてエラー位置を特定するための未知定数が少ないので、同じ数のエラーが生じた場合にはエラー訂正できる確率が高くなる。そのためにイレージャ訂正を適用した場合、 $(2 \times n)$  バ

イトのリードソロモン符号を付加してデータをライトした場合には最大 ( $2 \times n$ ) バイトまでのエラーを訂正することが可能となる。

## 【0014】

## 【発明が解決しようとする課題】

TAフラグを利用してエラー位置を推定する場合に、その精度を高めるためにはスライスのレベルを適切に設定する必要がある。TAが存在する位置で確実にその存在を検出するためにはスライスのレベルを低めに設定した方が良いが、低く設定し過ぎると読み出し信号にノイズが重畳した場合などにTAが存在しない場所以外でもTAを誤検出してしまう、すなわちTAフラグの湧きが起こる可能性がある。円板上の突起の形状によってTAの大きさも変わることから、漏れなく且つ誤検出をしない適切なレベルにスライスを設定するのは難しい作業である。

## 【0015】

また、アナログリード波形からデジタルデータを復号する際にはエラーの伝播が発生するため、TAの位置を正しく検出できたとしても、そのTAによって復号後のデジタルデータでは実際にどの範囲がエラーしているか正しく推定することは難しい。

## 【0016】

エラーフラグは、TAのみでなく磁気記録的に異常がありそうな箇所を検出できるので、エラー位置の推定にはTAフラグより効果的である。しかしTAフラグと同様に、フラグを発行させる等化誤差のスライスレベルを適切に設定しないと、エラー検出のすり抜けや誤検出が発生してしまうという問題がある。

## 【0017】

また特開2000-100086号公報に記載の技術の様に仮想エラー発生位置をしらみつぶし的に変化させてイレージャ訂正を行う場合方法では、さまざまなバイト数のエラーが複数の位置に分散して存在していた場合、仮想したエラー位置が実際のエラー位置にヒットする確率はかなり低くなる。

## 【0018】

本発明では、上記の様にスライスを最適設定する困難さから生じるTAフラグ



やエラーフラグの漏れや湧きを避けるために、NRZデータそのものを利用してエラー位置を推定する手段を提供する。

#### 【0019】

##### 【課題を解決するための手段】

アナログリード波形からNRZデータを再生する場合にエラーが発生する要因としては、前述のTA以外に、ランダムノイズによるS/N劣化、ディスク上の欠陥による読み出し信号の振幅減少、データライト時のオフセット、波形の振幅やアシンメトリの変動、動作環境の変動による読み出し信号波形の特性変化などが挙げられる。いずれの要因によるエラーの場合にも、エラーが発生した磁気ディスク部分を繰り返しリードし、得られたアナログ信号をNRZデータに再生した場合、毎回全く同じように同じ位置が誤って再生される可能性はきわめて低い。すなわち毎回同じように再生されている部分は正しいデータである可能性が高いと言える。

#### 【0020】

そこで、複数回磁気ディスク上に記録されたデータをリードし得られた複数個のNRZデータを保存しておき、これらのデータをバイト単位でデータを比較し、毎回あるいは複数回同じデータとして再生された部分は正しいデータであり、逆に毎回あるいは複数回異なったデータとして再生された部分はエラーが発生した部分であると判断して、その位置をイレージャ訂正の消失ポインタとして利用する。

#### 【0021】

##### 【発明の実施の形態】

図1にデータの記録媒体として磁気ディスクを使用した一般的な記憶装置（磁気ディスク装置）におけるデータライトおよびリードの流れを示す。データライトの流れは次のとおりである。

#### 【0022】

まずホストは磁気ディスク装置にユーザデータを送る。ユーザデータを受け付けた磁気ディスク装置は、信号処理回路を有するHDC（Hard Disk Controller）101にてデータを元にエラー検出および訂正を目的とするECC符号と訂正

確認のためのCRC符号を生成する。そしてHDC101は、これらの符号が付加されたNRZデータをR/Wチャンネル102に転送する。R/Wチャンネル102は、HDC101より転送されたNRZデータに、エンコード、スクランブル、プリコード、ライトプリコンパ等の処理を施し、NRZデータを磁気記録に適したライトデータに変換しR/Wアンプ103に送信する。R/Wアンプ103は、ライトデータに従ってライト電流を生成する。ライトヘッド104は、供給されたこのライト電流に応じて磁気ディスク105上に磁化反転パターンとしてデータを記録する。

#### 【0023】

磁気ディスク105に記録されたデータをリードする際は、次のとおりである。リードヘッド106で読み出したアナログリード波形はまずR/Wアンプ103で増幅される。そして増幅されたアナログ信号がR/Wチャンネル102へと送られる。R/Wチャンネル102は、アナログ信号からデジタルデータであるNRZデータを再生しHDC101へと転送する。HDC101は、NRZデータからユーザデータを再生する。NRZからユーザデータを再生する際には、ライト時に付加したECC符号を用いて再生したユーザデータが正しいかどうかを判定し、もしエラーが存在する場合にはエラー位置を検出しそのエラーを訂正する。さらにCRC符号を用いて訂正後のユーザデータが正しいかどうかを判定し、正しいと判定されればユーザデータが上位ホストへと転送する。

#### 【0024】

尚、ライト時にホストからHDC101に転送されたユーザデータ、或いはリード時にHDC101が再生したユーザデータは、通常一旦バッファメモリ107が蓄えた後でHDC101を通じてR/Wチャンネル102或いはホストに転送される。また、ライトヘッド104にはインダクティブ素子を、リードヘッド106にはMR（GMRやTMRを含む）素子を用いて一体化した複合化ヘッドを使用するのが最近の傾向である。

#### 【0025】

ECC符号には、一般にリードソロモン符号が用いられる。リードソロモン符号を用いたエラー検出および訂正手順は次のようになる。まず、リードデータか

らシンドロームを生成する。このシンドロームからエラー位置多項式 (error-locator polynomial) を生成する。次にエラー位置多項式からエラー値多項式 (error-magnitude polynomial) を生成する。そしてエラー位置を検出するためにエラー位置多項式についてのルートサーチ (chien search) を行う。最後にエラー値多項式をエラー位置多項式において評価してエラー値を計算する。( $2 \times n$ ) バイトのリードソロモン符号を付加してデータをライトした場合には、リードデータに発生した最大  $n$  バイトまでのエラーについて、その発生位置を特定し訂正することができる。

## 【0026】

図4に本発明のエラー検出・訂正システムの構成を示す。図4の破線に囲まれた部分はHDCの機能として提供される。リードヘッド106は、磁気ディスク上のあるセクタを複数回繰り返しリードし、リードアナログ波形を出力する。R/Wチャンネル401は、入力された波形を複数個のNRZデータに再生する。そして消失点検出用データメモリ402は、このNRZデータを保存する。またそれらのうちのひとつあるいは複数個のNRZデータはバッファメモリ403が保存する。

## 【0027】

比較器404は、消失点検出用データメモリ402から複数個のNRZデータを取り出し、これらをバイト毎に比較する。比較器404は図6或いは図7において後述する条件のバイト位置でエラーが発生しているとして消失ポインタを発行し、これを復号器405に与える。あるいは複数個のNRZデータの値がすべて異なるバイト位置でエラーが発生しているとして消失ポインタを発行し、これを復号器405に与えても良いし、あらかじめ規定した個数以上のNRZデータで値が異なっている場合に、そのバイト位置でエラーが発生しているとしても良い。

## 【0028】

シンドローム生成器406は、バッファメモリ403に保存されたひとつあるいは複数個のNRZデータうちの何れかひとつからシンドロームを生成し、復号器405に与える。復号器405は、比較器404から与えられた消失ポインタ

から消失位置多項式 (erasure-locator polynomial) を生成し、さらにシンドロームと消失位置多項式から修正エラー位置多項式とエラー値多項式を生成する。そして修正エラー位置多項式からエラー値多項式  $\omega(x)$  を生成する。最後にルートサーチ及びエラー位置生成器 4 0 7 は、修正エラー位置多項式についての逐次代入検索を行ってエラー位置を検出し、エラー値多項式を修正エラー位置多項式において評価することでエラー値を算出する。この修正エラー位置多項式を適用することで、イレージャ訂正を用いた場合と同様に  $(2 \times n)$  バイトのリードソロモン符号を付加してデータをライトした場合に、最大  $(2 \times n)$  バイトまでのエラーを訂正することが可能となる。

## 【 0 0 2 9 】

そしてエラー位置の特定能力が従来の方法よりも優れているために、従来ではリトライせざるを得ない、或いはリトライを行ってもデータを読み出すことが出来ないほどのエラー数が発生している場合であっても、そのエラー位置を特定し、イレージャ訂正と組み合わせることで正しいユーザデータをホストに返すことが出来るようになる。

## 【 0 0 3 0 】

また図 5 の示すようにバッファメモリと消失点検出用データメモリは共用としても良い。この場合、R/Wチャネルで再生された複数のNRZデータの全てを消失点検出用データメモリ兼バッファメモリ 5 0 2 に保存しておく。尚、データを比較する機能は図 4、5 に示したような専用のハードウェア比較器 4 0 4、5 0 3 を必ずしも備えている必要はなく、マイコンを利用してソフトウェア的に比較しても良い。

## 【 0 0 3 1 】

尚、本発明のエラー訂正は、データを複数回読み込む必要があるために、通常のリードソロモン符号を用いたエラー検出及び訂正よりも時間がかかってしまう。そこで本発明を製品に適用する際には、まず一般的なリードソロモン符号を用いたエラー検出及び訂正やイレージャ訂正を行い、それでもエラー検出及び訂正を行えなかった場合に実行することが考えられる。

## 【 0 0 3 2 】

図6及び図7には、図4及び図5に示した比較器において行われる消失ポイント検出処理の具体的な流れを示す。ここではあるセクタを3回リードして得られたNRZデータから消失点を求める手順を例として示した。なお図6および図7中のjは1セクタのデータバイト数である。エラーの発生した位置を判断するために行う同一セクタのリード回数をここでは3回としたが、この回数に特に制限はない。消失ポイント発行のしかたにもよるが少なくとも2回以上とすればエラー発生個所を特定することが可能となるし、リード回数を増加させればより特定しやすくなる。そのため、ユーザが外部よりリード回数を設定できるようにする、最初に設定したリード回数で消失ポイントが発行できなかった場合には更にリードをする、等ようにリード回数は変更が可能なようにしておくとうまい。

#### 【0033】

図6は、複数個のNRZデータの全てで値が同じである以外のバイト位置でエラーが発生しているとして消失ポイントを発行する場合の処理である。

#### 【0034】

最初に $k=0$ とし、セクタの先頭のバイトから順に検出してゆく。ステップ601では、1回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Aと2回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Bとを比較する。比較結果が異なっていれば、このバイトはエラーを生じていると判断し、次のバイトへと進む。

#### 【0035】

比較結果が同一の場合、ステップ602において、1回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Aと3回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Cとを比較する。比較結果が異なっていれば、やはりこのバイトはエラーを生じていると判断し、次のバイトへと進む。ステップ602でも比較の結果が一致した場合には、当該バイトはエラーが発生していないと判断し、kを1つ増やすことにより次のバイトへと進む。

#### 【0036】

これをkがjよりも大きくなるまで即ち全てのバイトにおいて実行することで、何れのバイト位置でエラーが発生しているのかを知ることが出来、消失ポイントが求められる。

## 【 0 0 3 7 】

この方式では、複数回比較したデータのうち1回でも異なる値をリードした場合にエラーと判断するために、データを1回リードした場合よりもエラーの個数自体は増える場合がある。しかしながら、エラーの個数が増えてもそのエラーの場所が特定できるためにエラーの修正を行うことが出来る。つまり、 $(2 \times n)$  バイトのリードソロモン符号を利用する場合、従来ではエラー場所の特定に  $n$  バイト利用するために残りの  $n$  バイトしか訂正できなかったが、本発明では場所が特定できるために、 $n$  バイト以上 ( $n$  + 場所が特定できたバイト) の訂正が可能となる。

## 【 0 0 3 8 】

図7は、複数個のNRZデータの値がすべて異なるバイト位置でエラーが発生しているとして消失ポインタを発行する場合の処理である。

## 【 0 0 3 9 】

こちらの処理方式においても最初に  $k = 0$  とし、セクタの先頭のバイトから順に検出してゆく。ステップ701にて1回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Aと2回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Bとを、ステップ702にて1回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Aと3回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Cとを、そしてステップ703にて2回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Bと3回目のリードで得られたNRZデータNRZ\_\_Cとを比較する。

## 【 0 0 4 0 】

そしてこれらいずれのステップにおいて各NRZデータが一致しない場合に当該バイトはエラーが発生していると判断する。 $k$  が  $j$  よりも大きくなるまで即ち全てのバイトにおいて実行することは図6と同じである。

## 【 0 0 4 1 】

本方式の場合、図6の実施例とは異なりいずれかのリードにおいて同じ値が出た場合には、その値が正しいものと判断する。よって1回のリードでは訂正能力を超えるエラー数を発生する場合でもリードの回数を増やしていけば、ミスリードしたようなエラー個所が減少してゆくの、複数回のリード後には誤り訂正を

することが出来る。

#### 【0042】

この様な特徴故、図7の実施例は単独で用いるばかりではなく、図6の実施例と組み合わせて実施しても有効である。まず図6の実施例にてエラーポインタを特定してもエラー数が訂正能力を未だ上回って訂正できない場合に図7の実施例を行っても良い。また、リード回数を増加させた場合、図6の方式と図7の方式との折衷方式として、全部の回数ではなく、ある程度（過半数、ほぼ全数等）の回数でデータの値が同一であれば、その位置ではエラーが発生していないと判断させるという方式もある。言い換えれば複数のデジタルデータの内のいくつかのデジタルデータで値が異なっているとそのバイト位置でエラーが発生していると判断する方式である。例えば、10回のリード回数数のうちで8回同じ値であれば、その値は正しい値であるとして、エラーは他の位置と判断する方法である。

#### 【0043】

ここで、付加されたECCのバイト数を $(2 \times N)$ バイト、エラーポインタを特定したバイト数を $(2 \times M)$ バイト（但し $M \leq N$ ）、特定した中での誤ったバイト数をLバイトとすると、訂正可能となるバイト数は $(N + M - L)$ バイトとなる。

#### 【0044】

Lのバイト数を予め求めることは不可能なため、本発明では $L = 0$ と仮定して所定の回数読み出しを行い、 $(N + M) \leq (2 \times N)$ 、つまり $M \leq N$ となった時点で訂正を行った後ECCと共にデータに付加されている訂正確認符号CRCを用いてエラーチェックを行い訂正したデータが正しいか判断する。このCRCによる確認の結果、データが誤っていたときには、 $(N + M - L) \geq (2 \times N)$ であったとしてさらに所定の回数読み出し後、 $M'$  ( $> M$ ) 個のエラーポインタを求めて再度エラー訂正とCRCによる確認を行う。このルーチンを繰り返すことにより、本発明では最大 $(2 \times N)$ 個のエラー訂正を行うことが出来る。

#### 【0045】

比較として従来例のエラー訂正方法を用いた場合、エラーポインタを特定しないエラー訂正方法では、 $M = L = 0$ であり、Nバイトの訂正能力しか持たない。

またエラーポインタを仮想的に設定して訂正する場合には本発明と同様に訂正可能となるバイト数は  $(N+M-L)$  バイトであるが、 $L$  が本発明より大きくなるので、 $(N+M-L) \geq (2 \times N)$  となるまでの処理時間が本発明よりも必要になる。

## 【0046】

次に図8を用いて本発明による訂正の効果を確認する方法について説明する。いまホストから与えられたユーザデータをユーザデータA801とし、ユーザデータAが与えられた時にHDC802によってリードソロモン符号が付加され、R/Wチャンネルに送られるNRZデータをNRZデータA803とする。NRZデータA803は  $(2 \times n)$  バイトのリードソロモン符号805を含んでいる。尚図8ではリードソロモン符号をECC符号と表した。

## 【0047】

次にNRZデータA803を元に、NRZデータA803とmバイト分804、807、809だけデータ値の異なるNRZデータB806とNRZデータC808を作成する。ここでmは  $n < m \leq (2 \times n)$  であり、NRZデータB806及びNRZデータC808において元のNRZデータA803と異なるmバイトの部分804、807、809はデータ先頭より数えたバイト位置は同じであり、またNRZデータB806とNRZデータC808も、mバイトの部分は互いに異なっているデータでなければならない。なお図8ではmバイトの部分803、807、809は一箇所として示しているが、合計バイト数がmバイトであれば複数の部分に分かれていても構わない。

## 【0048】

次にNRZデータB806及びNRZデータC808をR/Wチャンネル810に入力した場合のライトデータをそれぞれライトデータB811及びライトデータC812とする。そしてこれらライトデータB811及びライトデータC812をR/Wアンプ813に与えた時のライト電流波形をそれぞれライト電流波形B814及びライト電流波形C815とする。さらにこれらのライト電流波形で磁気ディスク上にデータをライトした場合にできる磁化反転をリードヘッドで読み出した時のアナログリード波形をそれぞれアナログリード波形B817及びア



ナログリード波形C818とする。

【0049】

尚NRZデータからライトデータ、ライトデータからライト電流波形、ライト電流波形から磁化反転、磁化反転からアナログリード波形を生成する各過程では、ビット抜けやビット湧きあるいはタイミングジッタや振幅異常を含まないようにライトデータやアナログリード波形を生成する。

【0050】

通常のリードソロモン符号による訂正のみしか行っていないリード回路に、これらアナログリード波形B817及びアナログリード波形C818を与えた場合、ともにnバイトを超えるエラーを含んでいるので繰り返しあるいは連続してこれらのアナログリード波形を与えても正しいユーザデータを再生することは不可能である。また、NRZデータに変更を加えることによって作成したアナログリード波形B817及びアナログリード波形C818は、TAや磁気記録的な異常を含んでいないためTAフラグやエラーフラグは発行されない。従ってR/Wチャンネルの発行するフラグを用いたイレージャ訂正を行っている再生系にこれらの入力波形を与えても、正しいユーザデータを再生することはできない。

【0051】

しかし本発明を利用したイレージャ訂正を行っている再生系の場合、アナログリード波形B及びアナログリード波形CからR/Wで再生されるNRZデータB及びNRZデータCはmバイトが異なっており、その部分がエラーが発生している部分であることが分かる。そこでこの情報が消失ポイントとして復号器に与えられることによりイレージャ訂正が可能となり、正しいユーザデータすなわちユーザデータA801を再生することができる。

【0052】

尚、ここでは最も簡単な例である2つのNRZデータから消失点を求める場合について示したが、3つ以上のNRZデータから消失点を求める場合についても、NRZデータA801からNRZデータB806及びNRZデータC808を作成した手順と同様の方法で複数のNRZデータを作成し、これらを再生系に入力することによってイレージャ訂正の動作が確認できる。

【発明の効果】

本発明を適用することによって、T A フラグやエラーフラグを使用する際に発生してしまう、T A やエラーの誤検出や検出漏れを排除することが可能となり、正しくエラー発生位置の特定が出来るため、より効果的にイレージャ訂正を行うことが可能となり、従来では読み出すことが出来なかったようなデータであっても正しく読み出すことが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

磁気ディスク装置の一般的な構成を示す図である。

【図 2】

イレージャ訂正機能を持つ従来の磁気ディスク装置の構成を示す図である。

【図 3】

アナログリード波形から T A を検出する様子を示す図である。

【図 4】

本発明のひとつの実施例であり、消失点検出用データメモリをバッファメモリとは別に持つ場合のエラー訂正システム構成を示す図である。

【図 5】

消失点検出用データメモリをバッファメモリと兼用する場合のエラー訂正システム構成を示す図である。

【図 6】

複数の N R Z データのひとつでも値が異なれば、そのバイト位置でエラーが発生していると判断する手順を示すフローチャートである。

【図 7】

複数の N R Z データの値が全て異なった場合、そのバイト位置でエラーが発生していると判断する手順を示すフローチャートである。

【図 8】

確認データを作成する手順を説明するための図である。

【符号の説明】

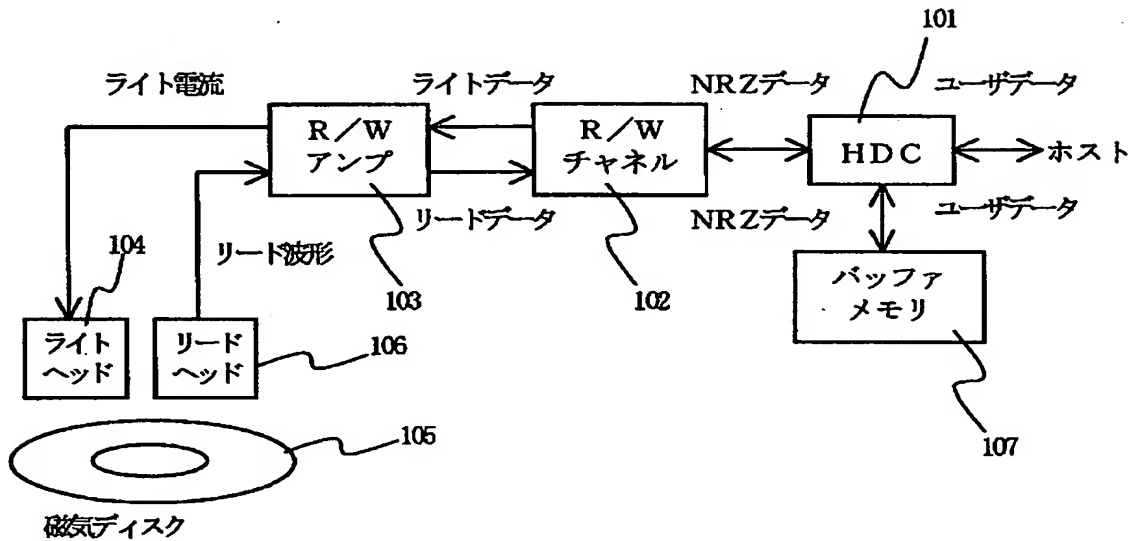
1 0 1 … H D C、1 0 2 … R / W チャンネル、1 0 3 … R / W アンプ、1 0 4 …

ライトヘッド、105…磁気ディスク、106…リードヘッド、107…バッファメモリ、201…R/Wチャンネル、202…バッファメモリ、203…シンドローム生成器、204…復号器、205…ルートサーチ及びエラー値生成器、206…HDC、301…アナログリード波形、302…TA検出用スライスレベル、401…R/Wチャンネル、402…消失点検出用データメモリ、403…バッファメモリ、404…比較器、405…復号器、406…シンドローム生成器、407…ルートサーチ及びエラー値生成器、408…HDC、501…R/Wチャンネル、502…消失点検出用データメモリ兼バッファメモリ、503…比較器、504…復号器、505…シンドローム生成器、506…ルートサーチ及びエラー値生成器、507…HDC、801…ユーザデータA、802…HDC、803…NRZデータA、804…mバイトの部分、805…エラー訂正符号、806…NRZデータB、807…mバイトの部分、808…NRZデータC、809…mバイトの部分、810…R/Wチャンネル、811…ライトデータB、812…ライトデータC、813…R/Wアンプ、814…ライト電流波形B、815…ライト電流波形C、816…ヘッド・磁気ディスク、817…アナログリード波形B、818…アナログリード波形C。

【書類名】 図面

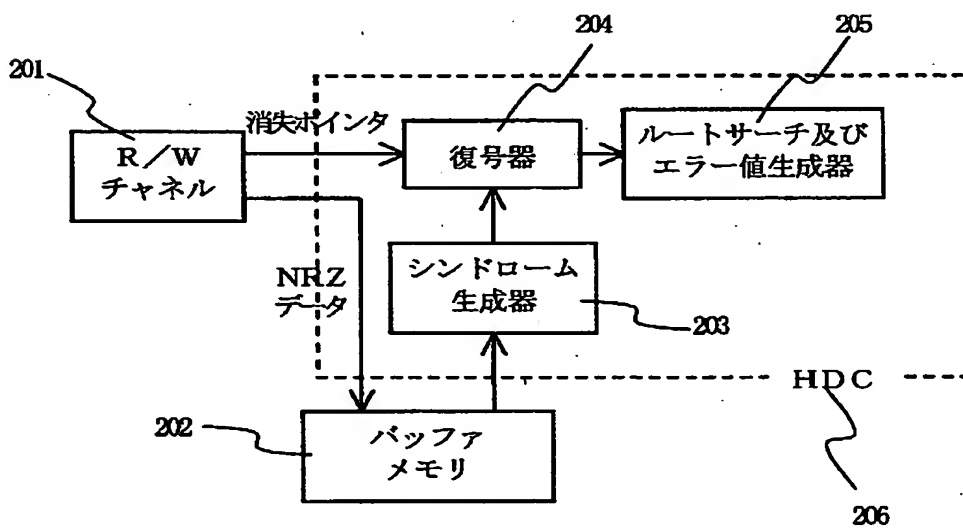
【図 1】

図1

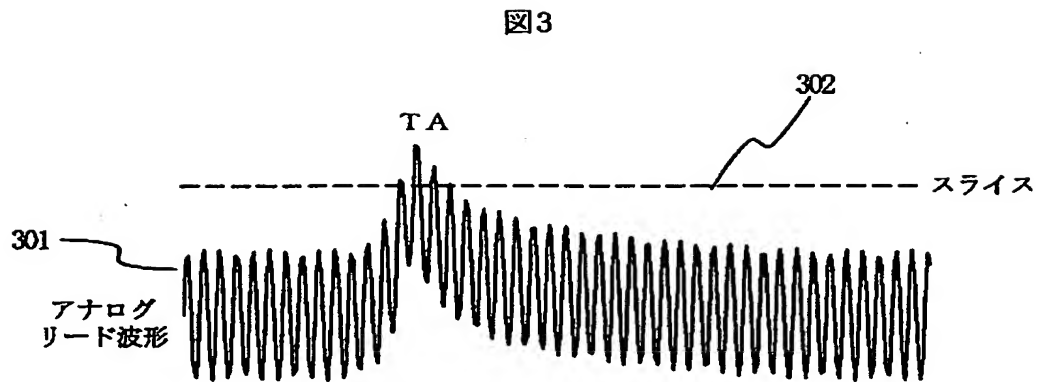


【図 2】

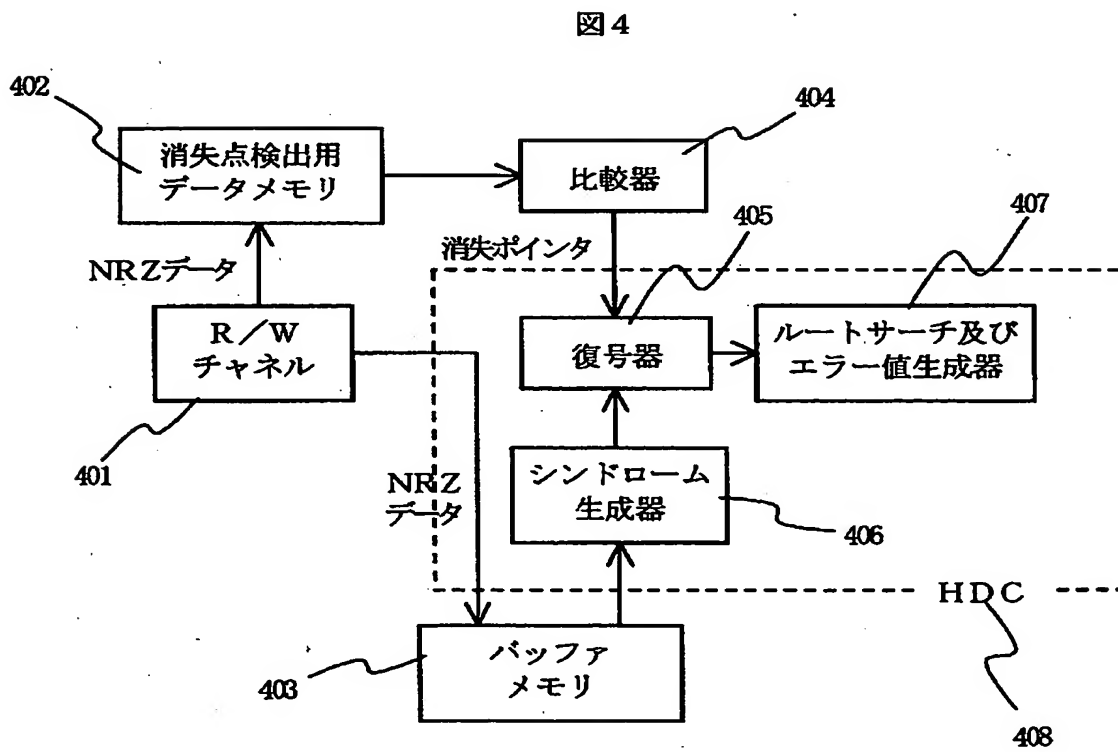
図2



【図 3】

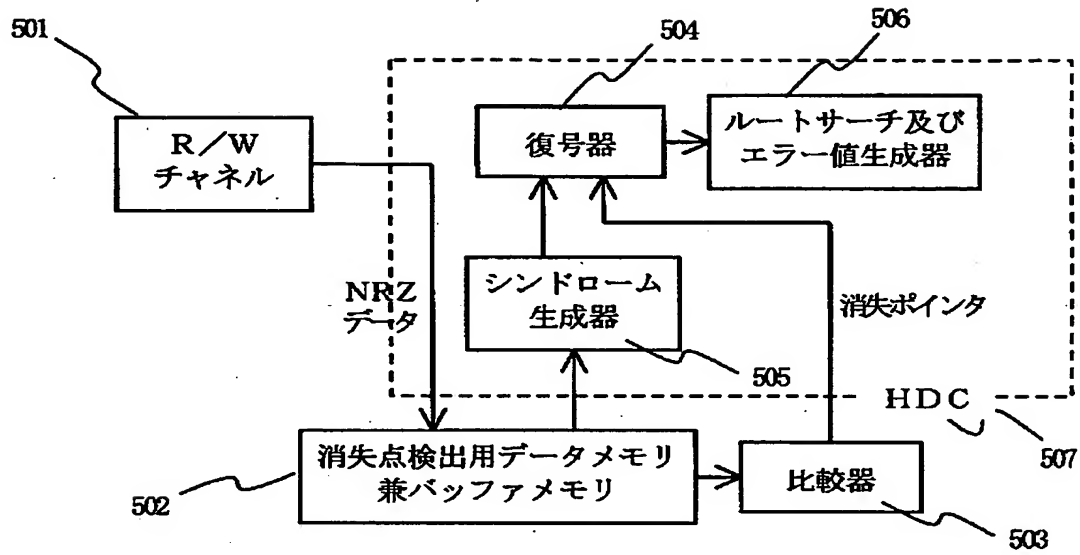


【図 4】



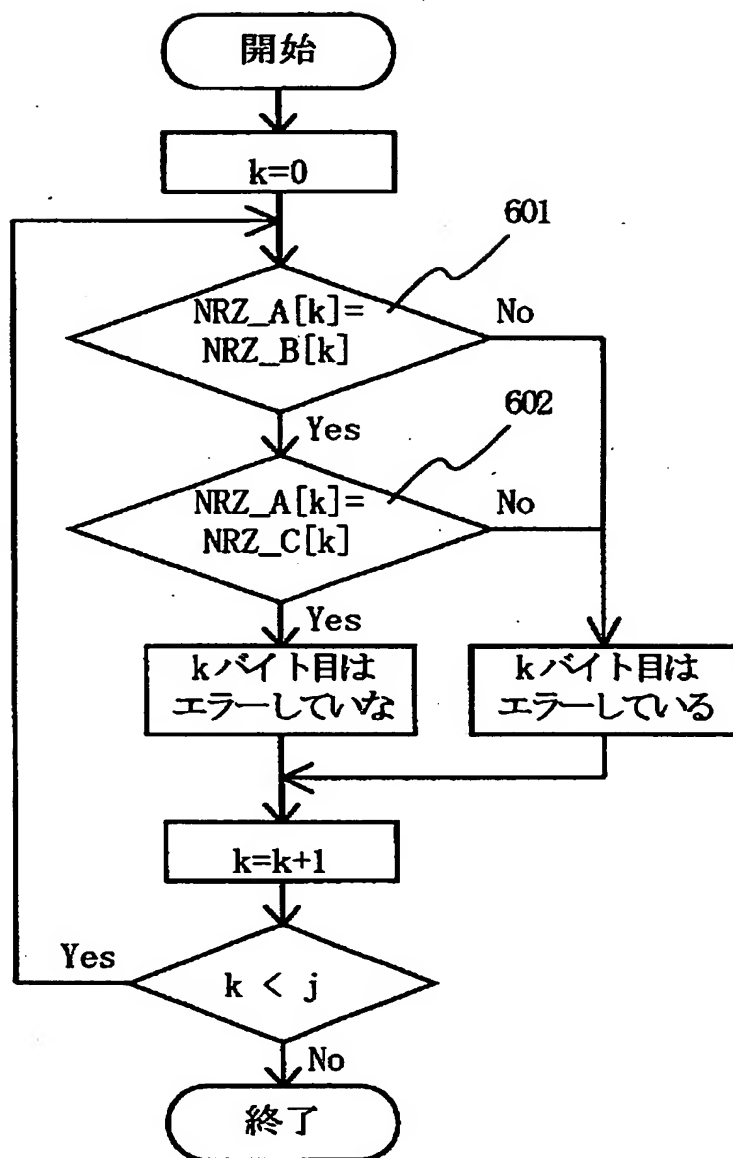
【図 5】

図 5



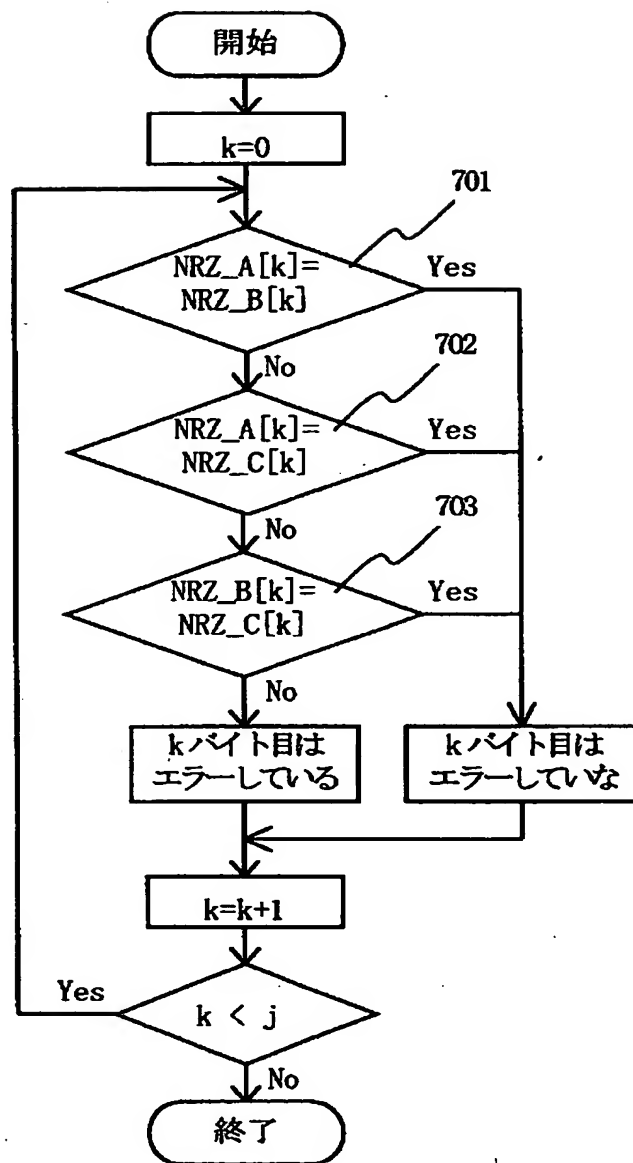
【図 6】

図6



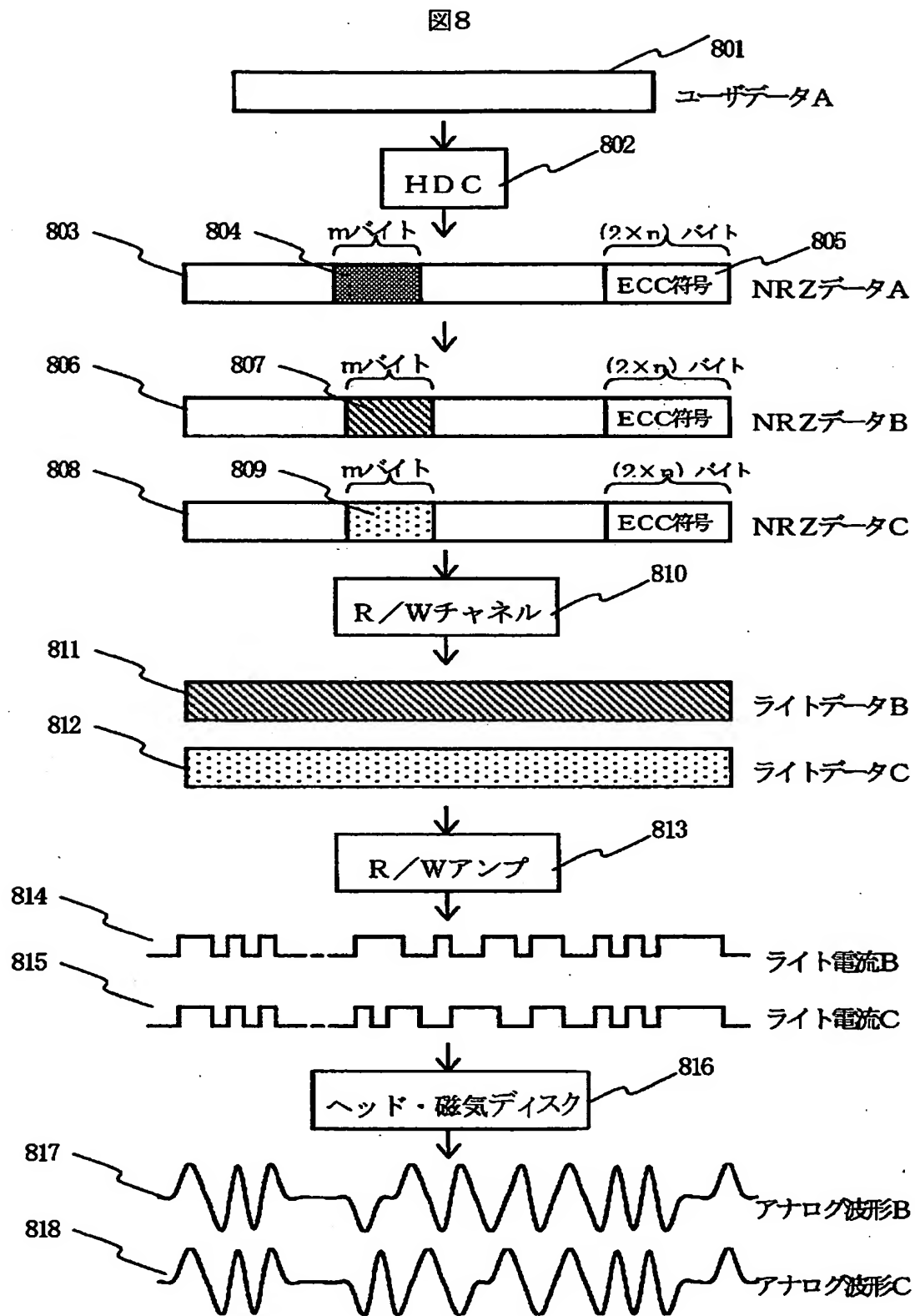
【図 7】

図7





【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

従来の磁気ディスク装置で行われているイレージャ訂正は、R/Wチャネルが発行するT Aフラグやエラーフラグをエラー発生位置情報として利用しているが、正確にエラー発生位置でこれらのフラグを発行させることは難しい。そのためイレージャ訂正が有効に実施されない場合がある。

【解決手段】

磁気ディスク上の同一セクタを複数回リードし、得られた複数個のNRZデータを保存しておき、これらのNRZデータをバイト単位で比較し、リード動作毎に再生されたNRZデータが異なるバイト位置でエラーが発生していると判断して、その位置をイレージャ訂正の消失ポインタとして利用する。

【選択図】 図4

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2001-301512
受付番号	50101441833
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0097
作成日	平成13年10月 1日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 9月28日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日 1990年 8月31日  
[変更理由] 新規登録  
住 所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
氏 名 株式会社日立製作所